

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Инженерное проектирование электромеханических преобразователей**

: 13.04.02

: 1, : 1

		<b>1</b>
<b>1</b>	( )	5
<b>2</b>		180
<b>3</b>	, .	84
<b>4</b>	, .	18
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	18
<b>7</b>	, .	18
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	10
<b>10</b>	, .	96
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 13.04.02

1500 21.11.2014 ., : 11.12.2014 .

: 1,

( ): 13.04.02

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:</b>	
2.	

# 2.

2.1

--	--

<b>.24. 2</b>	
1.методы расчета и принципы конструирования электромеханических преобразователей энергии	; ;
<b>.3. 2</b>	
2.знать стандарты безопасности проектируемого оборудования	; ;
<b>.5. 2</b>	
3.Знать концептуальные подходы формирования методик при разработке объектов новой техники	; ;
<b>.2. 2</b>	
4.использовать содержащуюся в специальной научно-технической литературе и нормативных документах информацию (методики, алгоритмы, показатели и т.п.) для разработки электромеханических преобразователей энергии	; ;
5.расчета и конструирования электромеханических преобразователей энергии	; ;

# 3.

3.1

: 1					
:					

1.	( ),	1	1	2, 3, 4	
2.	,	1	1	1, 3, 4, 5	
3.	,	2	2	1, 2, 3, 4, 5	
4.	.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
5.	,	2	2	1, 2, 3, 4, 5	
6.	.	2	2	1, 2, 3, 4, 5	
7.	.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
: ( ),					
8.	,	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
( )	,				
9.	,	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
10.	( - ).	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
11.	.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	

12.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
13.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
14.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	
15.	1	1	1, 2, 3, 4, 5	

3.2

<b>: 1</b>				
:				
1. MatLab, MatCad, Microsoft Excel	0	2	1, 5	
:				
( ),				
2. T-flex, 3D, Solidworks.	0	6	1, 3, 5	
3.	0	10	1, 2, 3, 4, 5	

3.3

<b>: 1</b>				
:				
1.	0	4	1, 3	
2.	0	8	1, 2, 3, 4, 5	

3.	0	4	1, 2, 3, 4, 5	,
4.	0	4	1, 2, 3, 4, 5	,
5.	0	4	1, 2, 3	
: ( ),				
6.	0	6	1, 2, 3, 4, 5	,
7.	0	6	1, 2, 3, 4, 5	,

**4.**

<b>: 1</b>				
1		3, 4	60	6
<p>, 3 :  : - / [ . . . . . ]; . . . . . - . -  , 2010. - 58, [2] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131</a>  ( ) / . . . . . - ; [ . .  . . . . . ]. - , 2009. - 46, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273</a>  : - / . . . . . , . . . . . :  ; . . . . . - . - , 2016. - 45, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659</a></p>				
2		1, 2	10	1
<p>:  ]; . . . . . - . - / [ . . . . .  , 2010. - 58, [2] . : . , .. - :  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131</a>  ( ) / . . . . . :  - ; [ . . . . . ]. - , 2009. - 46, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273</a>  : - / . . . . . , . . . . . :  ; . . . . . - . - , 2016. - 45, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659</a></p>				
3		4, 5	6	1
<p>:  ]; . . . . . - . - / [ . . . . .  , 2010. - 58, [2] . : . , .. - :  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131</a>  ( ) / . . . . . :  - ; [ . . . . . ]. - , 2009. - 46, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273</a>  : - / . . . . . , . . . . . :  ; . . . . . - . - , 2016. - 45, [1] . : . , .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659</a></p>				
4		1, 4	20	2

:  
 .];  
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000136131  
 ( ) /  
 - ; [ . . . .]. - , 2009. - 46, [1] .: ., ..- :  
 http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000120273  
 ; . . . . - : - / . . . , . . . :  
 http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000233659

**5.**

( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail; ;
	e-mail;

**6.**

( ),

-  
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 1</b>		
<i>Лекция:</i>	10	20
<i>Лабораторная:</i>	5	10
<i>Практические занятия:</i>	5	10
<i>Курсовая работа:</i>	0	20
<i>Экзамен:</i>	20	40

6.2

6.2

		/	/	
<b>.2</b>	2.			+
<b>.24</b>	2.		+	+
<b>.3</b>	2.			+

.5	2.		+		+
----	----	--	---	--	---

1

## 7.

1. Проектирование электрических машин : учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / [И. П. Копылов и др.] ; под ред. И. П. Копылова. - М., 2005. - 766, [1] с. : ил., табл.
2. Сугробов А.М. Проектирование электрических машин автономных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ А.М. Сугробов, А.М. Русаков— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33176.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие / Игнатович В.М., Ройз Ш.С. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2013. - 182 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=673035> - Загл. с экрана.
4. Встовский, А. Л. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492153> - Загл. с экрана.
5. Тюков В. А. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике : учебное пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина, Ю. Г. Бухгольц ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 246, [1] с. : ил., табл.
6. Электрические машины : учебник для бакалавров / [И. П. Копылов] ; под ред. И. П. Копылова. - Москва, 2012. - 675 с. : ил. - Авт. указан на обороте тит. л.

1. Бухгольц Ю. Г. Основы аэродинамических и тепловых расчетов в электромеханике : учебное пособие / Ю. Г. Бухгольц, В. А. Тюков, Т. В. Честюнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 194, [1] с. : табл., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/buhgolc.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
2. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Энергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.], 2007. - 319 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.
3. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб., 2007. - 349 с. : ил. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

## 8.

### 8.1

1. Электрические машины : методические указания к расчету курсового проекта (курсовой работы) по трансформаторам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 46, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000120273](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000120273)

2. Электрические машины постоянного тока. Теория и расчет : учебно-методическое пособие / [Г. А. Шаншуров и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 58, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000136131](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136131)

3. Тюков В. А. Вентиляционные и тепловые расчеты электрических машин в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 45, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233659](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233659)

### 8.2

1 Matlab Simulink

2 Компас 3D

3 MathCAD

## 9.

-

1	14	
2		

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФМА  
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер  
“    ”    \_\_\_\_\_    \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Инженерное проектирование электромеханических преобразователей**

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская  
программа: Электромеханика и мехатроника

### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Инженерное проектирование электромеханических преобразователей** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования	у2. уметь использовать системы моделирования для решения задач анализа и синтеза при проектировании электрических машин	<p>Анализ полученных результатов на соответствие требованиям технического задания Аэродинамическое, гидравлическое сопротивление ЭМ. Задача вентиляционного расчета. Схемы вентиляции ЭМ</p> <p>Введение в твердотельное конструирование. Системы твердотельного конструирования T-flex, Компас 3D, Solidworks. Вентиляционный расчет</p> <p>Использование прикладных программ для выполнения электромагнитного, вентиляционного, теплового расчетов Обоснование конструкции</p> <p>Общая характеристика прикладных программ MatLab, MatCad, Microsoft Excel и др.</p> <p>Параметры ЭМ. Расчет активных и индуктивных сопротивлений Потери и коэффициент полезного действия ЭМ. Понятие основных и добавочных потерь Расчет магнитной цепи, задачи расчета. Учет неравномерности распределения магнитного потока в ярме и ответвления его в паз Системы охлаждения ЭМ, эффективность и экономичность. Связь электромагнитного, вентиляционного (гидравлического) и теплового расчетов Содержание и задачи дисциплины. Классификация электрических машин (ЭМ), их роль в хозяйстве.</p> <p>Современный уровень электромашиностроения, основные направления и перспективы развития</p> <p>Соотношения для геометрически подобных машин. Закономерности рядов Видмара и Арнольда.</p>	Курсовая работа	Экзамен, вопросы 1-118

		<p>Определение главных размеров с использованием машинных постоянных</p> <p>Тепловой расчет Уравнения Бернулли. Составляющие давления. Сопротивление жидкости при ламинарном и турбулентном движении</p> <p>Уравнения движения несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса).</p> <p>Понятие объемного расхода</p> <p>Характеристика охлаждающих сред. Силы, действующие на жидкость, классификация сил в состоянии покоя и при движении потока</p> <p>Электромагнитное поле в воздушном зазоре, понятие главных размеров. Основное уравнение проектирования ЭМ, вывод и анализ</p> <p>Электромагнитные нагрузки, их влияние на технико-экономические показатели ЭМ. Машинные постоянные, их физический смысл</p> <p>Электромагнитный расчет</p>		
<p>ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения</p>	<p>з2. знать методики и методы достижения выходных характеристик электромеханических преобразователей энергии в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Анализ полученных результатов на соответствие требованиям технического задания</p> <p>Введение в твердотельное конструирование. Системы твердотельного конструирования T-flex, Компас 3D, Solidworks.</p> <p>Вентиляционный расчет</p> <p>Использование прикладных программ для выполнения электромагнитного, вентиляционного, теплового расчетов</p> <p>Обоснование конструкции</p> <p>Общая характеристика прикладных программ MatLab, MatCad, Microsoft Excel и др.</p> <p>Параметры ЭМ. Расчет активных и индуктивных сопротивлений</p> <p>Потери и коэффициент полезного действия ЭМ. Понятие основных и добавочных потерь</p> <p>Расчет магнитной цепи, задачи расчета. Учет неравномерности распределения магнитного потока в ярме и ответвления его в паз</p> <p>Системы охлаждения ЭМ, эффективность и экономичность. Связь электромагнитного, вентиляционного (гидравлического) и теплового расчетов</p> <p>Соотношения для геометрически подобных машин. Закономерности рядов Видмара и Арнольда.</p>	<p>Курсовая работа</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-118</p>

		<p>Определение главных размеров с использованием машинных постоянных</p> <p>Тепловой расчет Техническое задание на разработку машины постоянного тока</p> <p>Требования к графической части курсового проекта</p> <p>Характеристика охлаждающих сред. Силы, действующие на жидкость, классификация сил в состоянии покоя и при движении потока</p> <p>Электромагнитное поле в воздушном зазоре, понятие главных размеров. Основное уравнение проектирования ЭМ, вывод и анализ</p> <p>Электромагнитные нагрузки, их влияние на технико-экономические показатели ЭМ. Машинные постоянные, их физический смысл</p> <p>Электромагнитный расчет</p>		
<p>ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности</p>	<p>32. знать стандарты безопасности проектируемого оборудования</p>	<p>Анализ полученных результатов на соответствие требованиям технического задания Аэродинамическое, гидравлическое сопротивление ЭМ. Задача вентиляционного расчета. Схемы вентиляции ЭМ</p> <p>Вентиляционный расчет</p> <p>Использование прикладных программ для выполнения электромагнитного, вентиляционного, теплового расчетов Обоснование конструкции Параметры ЭМ. Расчет активных и индуктивных сопротивлений</p> <p>Потери и коэффициент полезного действия ЭМ.</p> <p>Понятие основных и добавочных потерь Расчет магнитной цепи, задачи расчета. Учет неравномерности распределения магнитного потока в ярме и ответвления его в паз Системы охлаждения ЭМ, эффективность и экономичность. Связь электромагнитного, вентиляционного (гидравлического) и теплового расчетов Содержание и задачи дисциплины. Классификация электрических машин (ЭМ), их роль в хозяйстве.</p> <p>Современный уровень электромашиностроения, основные направления и перспективы развития</p> <p>Соотношения для геометрически подобных машин. Закономерности рядов Видмара и Арнольда.</p>	<p>Курсовая работа</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-118</p>

		<p>Определение главных размеров с использованием машинных постоянных</p> <p>Тепловой расчет Требования к графической части курсового проекта Уравнения Бернулли. Составляющие давления. Сопротивление жидкости при ламинарном и турбулентном движении Уравнения движения несжимаемой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Понятие объемного расхода Характеристика охлаждающих сред. Силы, действующие на жидкость, классификация сил в состоянии покоя и при движении потока</p> <p>Электромагнитные нагрузки, их влияние на технико-экономические показатели ЭМ. Машинные постоянные, их физический смысл</p> <p>Электромагнитный расчет</p>		
<p>ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений</p>	<p>32. знать концептуальные подходы формирования методик при разработке объектов новой техники</p>	<p>Анализ полученных результатов на соответствие требованиям технического задания Введение в твердотельное конструирование. Системы твердотельного конструирования T-flex, Компас 3D, Solidworks. Вентиляционный расчет Использование прикладных программ для выполнения электромагнитного, вентиляционного, теплового расчетов Обоснование конструкции Параметры ЭМ. Расчет активных и индуктивных сопротивлений Потери и коэффициент полезного действия ЭМ. Понятие основных и добавочных потерь Расчет магнитной цепи, задачи расчета. Учет неравномерности распределения магнитного потока в ярме и ответвления его в паз Системы охлаждения ЭМ, эффективность и экономичность. Связь электромагнитного, вентиляционного (гидравлического) и теплового расчетов Содержание и задачи дисциплины. Классификация электрических машин (ЭМ), их роль в хозяйстве. Современный уровень электромашиностроения, основные направления и перспективы развития</p> <p>Соотношения для геометрически подобных</p>	<p>Отчет по лабораторной работе</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-118</p>

		машин. Закономерности рядов Видмара и Арнольда. Определение главных размеров с использованием машинных постоянных Тепловой расчет Техническое задание на разработку машины постоянного тока Требования к графической части курсового проекта Характеристика охлаждающих сред. Силы, действующие на жидкость, классификация сил в состоянии покоя и при движении потока Электромагнитное поле в воздушном зазоре, понятие главных размеров. Основное уравнение проектирования ЭМ, вывод и анализ Электромагнитные нагрузки, их влияние на технико-экономические показатели ЭМ. Машинные постоянные, их физический смысл Электромагнитный расчет		
--	--	---	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2, ПК.24, ПК.3, ПК.5.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.2, ПК.24, ПК.3, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет» Кафедра  
электромеханики

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Инженерное проектирование электромеханических преобразователей», 1  
семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-24, второй вопрос из диапазона вопросов 25-50, третий вопрос из диапазона 51-78 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Инженерное проектирование электромеханических преобразователей»

---

1. Электромагнитное поле в воздушном зазоре электрической машины. Главные размеры
2. Параллельное и последовательное включение вентиляторов и аэродинамических сопротивлений. Графоаналитический расчет вентиляционных схем в электрических машинах.
3. Расчет активных сопротивлений обмоток электрических машин, приведение сопротивлений обмоток ротора к статору. Расчет эквивалентного сопротивления ротора с короткозамкнутой обмоткой.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭМ \_\_\_\_\_ профессор, Шевченко А. Ф.  
(подпись)  
(дата)

## 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 0-49 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 50-72 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 73-86 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 87-100 баллов.

## 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Инженерное проектирование электромеханических преобразователей»

1. Электромагнитное поле в воздушном зазоре электрической машины. Главные размеры
2. Схема определения номинальных значений КПД и коэффициента мощности асинхронного электродвигателя
3. Понятие эффективности и экономичности систем охлаждения
4. Определение намагничивающей силы ярем статора и ротора, учет неравномерности распределения индукции вдоль силовой линии.
5. Сопротивление жидкости (газа) при ламинарном и турбулентном течении в гладких и шероховатых каналах.
6. Как геометрия паза и тип обмотки влияют на коэффициент пазового рассеяния?
7. Потери в электрической машине, классификация потерь. Основные и добавочные потери, потери холостого хода и нагрузочные.
8. Уравнение Навье-Стокса для движущейся несжимаемой жидкости, уравнение Эйлера для идеальной жидкости, принципы его решения, понятие расхода.
9. Что понимается под расчетной длиной воздушного зазора и как она определяется? Добавочные потери при нагрузке, их классификация. Принципы расчета и способы уменьшения в электрических машинах.
10. Системы охлаждения электрических машин, определение и классификация, критерии оценки эффективности и экономичности. Связь аэродинамического, теплового и электромагнитного расчета.
11. В каких случаях и как учитывается неравномерность распределения индукции в ярмах магнитопровода электрической машины?

12. Электромагнитные нагрузки электрических машин, влияние их величин на технико-экономические показатели.
13. Порядок проектирования вентиляторов электрических машин. Выбор типа вентилятора и схемы вентиляции.
14. Какие факторы и как определяют величину поверхностных потерь в электрической машине?
15. Расчет намагничивающей силы зубцов статора и ротора, учет формы зубца (прямолинейная или трапецеидальная). Принципы учета ответвления потока в паз.
16. Охлаждения электрических машин водородом. Достоинства и недостатки применения водорода в качестве охлаждающей среды.
17. На каких этапах расчета и как учитывается неравномерность воздушного зазора за счет зубчатости статора и ротора?
18. Индуктивные сопротивления электрических машин. Расчет главного индуктивного сопротивления на примере асинхронного электродвигателя, размеры, определяющие его величину.
19. Расчет аэродинамического (гидравлического) сопротивления охлаждающего тракта, аэродинамическая характеристика системы охлаждения.
20. Что понимают под тепловым фактором и как он учитывается при выборе величин электромагнитных нагрузок?
21. Основные потери в магнитопроводе электрической машины, потери на гистерезис и вихревые токи. Расчет основных потерь в стали магнитопровода.
22. Анализ сил действующих на охлаждающую жидкость (газ) в состоянии покоя и при движении среды.
23. Какие факторы определяют выбор величины линейной нагрузки в электрических машинах?
24. Электромагнитное поле в воздушном зазоре электрической машины, главные размеры. Расчетный коэффициент полюсного перекрытия и расчетная длина воздушного зазора.
25. Параллельное и последовательное включение вентиляторов и аэродинамических сопротивлений. Графоаналитический расчет вентиляционных схем в электрических машинах.
26. Какие потери и почему относят к потерям холостого хода и нагрузочным?
27. Определение индуктивных сопротивлений пазового и лобового рассеяния обмоток, влияние геометрических размеров, формы пазов и типа обмотки на их величину.
28. Задачи вентиляционного расчета электрических машин. Классификация схем вентиляции в зависимости от связи с окружающей средой, места установки вентилятора, движение охлаждающей среды.
29. Как и почему величина индукции в воздушном зазоре влияет на техникоэкономические показатели электрической машины?
30. Соотношения для геометрически подобных электрических машин. Закономерности рядов Видмара и Арнольда.
31. Аэродинамическое (гидравлическое) сопротивление при расширении и сужении каналов, поворотах потока, входе в каналы.
32. Что понимается под расчетным коэффициентом полюсного перекрытия и как он определяется?
33. Добавочные потери холостого хода в электрических машинах. Расчеты поверхностных и пульсационных потерь, способы их уменьшения.

34. Основы теории гидромеханического подобия, элементы теории сопротивления жидкости (газа), число Рейнольдса. Сопротивление трения и давления.
35. В чем заключается отличие расчета намагничивающей силы зубцов при трапецеидальных и прямоугольных пазах?
36. Характеристика основных электрических потерь в электрических машинах, их определение.
37. Типы вентиляторов электрических машин, основные конструктивные элементы. Теория центробежного вентилятора, теоретическое давление (напор).
38. Задачи и порядок расчета магнитной цепи электрической машины.
39. Связь главных размеров с номинальными данными электрической машины. Основное уравнение проектирования, его анализ.
40. Расчет аэродинамического (гидравлического) сопротивления охлаждающего тракта, аэродинамическая характеристика.
41. Расчет намагничивающей силы полюсов, учет неравномерного распределения магнитного потока по высоте полюса.
42. Интеграл уравнения Эйлера вдоль линии тока. Уравнение Бернулли, составляющие давления движущейся жидкости (газа).
43. Какие размеры и почему относят к главным размерам электрической машины? 44. Какие решения обеспечивают уменьшение коэффициента проводимости дифференциального рассеяния?
45. Машинные постоянные (Арнольда, Видмара, Эссона, Шенфера, Рихтера), их физический смысл и назначение.
46. Внешняя аэродинамическая характеристика центробежного вентилятора, учет потерь давления (напора).
47. Какие факторы определяют потери на гистерезис и вихревые токи?
48. Задачи и порядок расчета магнитной цепи электрической машины. Определение намагничивающей силы воздушного зазора.
49. Охлаждение электрических машин водородом. Достоинства и недостатки применения водорода в качестве среды.
50. Как соотношение между диаметром и расчетной длиной воздушного зазора при одинаковом активном объеме влияет на технико-экономические показатели?
51. Расчет активных сопротивлений обмоток электрических машин, приведение сопротивлений обмоток ротора к статору. Расчет эквивалентного сопротивления ротора с короткозамкнутой обмоткой.
52. Конструкция осевого вентилятора, принцип работы. Основы теории осевых вентиляторов, внешняя характеристика.
53. Какие потери в электрических машинах и почему относят к основным и добавочным?
54. Индуктивное сопротивление дифференциального рассеяния, его расчет. Решения позволяющие уменьшить его величину.
55. Системы охлаждения электрических машин, определение и классификация, критерии оценки эффективности и экономичности. Связь электромагнитного, аэродинамического и теплового расчетов.
56. Какие решения обеспечивают уменьшение добавочных электрических потерь при нагрузке?
57. Электромагнитные нагрузки электрических машин, влияние их величины на технико-экономические показатели.

58. Задачи вентиляционного расчета электрических машин. Схемы вентиляции, классификация и характеристика в зависимости от связи с окружающей средой, места установки вентилятора и движения охлаждающей среды.
59. В каких случаях и как учитывается неравномерность распределения магнитного потока по высоте полюса при расчете намагничивающей силы полюсов?
60. Системы охлаждения электрических машин.
61. Связь электромагнитного, теплового и вентиляционного расчетов.
62. Понятие эффективности и экономичности систем охлаждения.
63. Основные типы систем охлаждения электрических машин.
64. Коэффициенты оценки эффективности систем охлаждения электрических машин.
65. Охлаждающие среды, их характеристики.
66. Законы для идеального газа.
67. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).
68. Задачи вентиляционного расчета электрической машины.
69. Схемы вентиляции электрических машин.
70. Поле температуры (определение, изотермы, градиент, понятие теплопроводности, закон Фурье, коэффициент теплопроводности).
71. Передача тепла в окружающее пространство (условие теплообмена, понятие теплового потока, виды теплопередачи, закон Ньютона-Рихмана).
72. Дифференциальное уравнение теплопроводности, понятие краевых условий (временные, пространственные), решение для одномерного поля.
73. Расчет одномерного теплового поля на примере пластины (постановка задачи, результат решения), понятие теплового сопротивления (теплопроводности, конвективного).
74. Суммарный коэффициент теплоотдачи (постановка задачи, конечный результат).
75. Определение теплового подобия, критерии теплового подобия.
76. Теплообменники электрических машин (принципы конструирования и расчета).
77. Нагрев электрической машины, режимы работы, закон старения изоляции (уравнение), понятие перегрева по ГОСТ.
78. Обзор методов теплового расчета (на основе решения дифференциальных уравнений аналитическим или численным методом, метод эквивалентных тепловых схем замещения). 79. Тепловые схемы замещения электрических машин (принципы синтеза, закон Кирхгофа для участка цепи, конкретный пример).

## Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Инженерное проектирование электромеханических преобразователей», 1  
семестр

### 1. Методика оценки.

Задание: проектирование электромеханического преобразователя специального  
типа

Структура: введение, электромагнитный расчет, упрощенный тепловой расчет,  
описание конструкции, заключение, список использованных источников

Оцениваемые позиции: соответствие требованиям технического задания, чертеж  
общего вида

### 2. Критерии оценки.

- Оценка по курсовой работе считается **неудовлетворительной**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений ошибки, оценка составляет 0-49 баллов.
- Оценка по курсовой работе считается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 50-72 баллов.
- Оценка по курсовой работе считается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 73-86 баллов.
- Оценка по курсовой работе считается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 87-100 баллов.

### 3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Проектирование электромеханического преобразователя специального типа

### 5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

- Электромагнитное поле в воздушном зазоре электрической машины. Понятие главных размеров
- Связь главных размеров с номинальными данными. Основное уравнение проектирования, его анализ

- Основное уравнение проектирования электрических машин, его анализ
- Электромагнитные нагрузки, их влияние на технико–экономические показатели электрических машин
- Выбор электромагнитных нагрузок, их влияние на технико-экономические показатели электрической машины
- Определение главных размеров машин переменного тока
- Соотношения для геометрически подобных машин (законы подобия). Закономерности рядов Видмара и Арнольда
- Машинные постоянные, их физический смысл и назначение. Принципы определения главных размеров с использованием машинных постоянных
- Определение главных размеров с использованием машинных постоянных электрических машин